

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-138877

(43)Date of publication of application : 31.05.1996

(51)Int.Cl.

H05B 41/24  
H02M 7/48  
H05B 41/392

(21)Application number : 06-275356

(71)Applicant : NIPPON INBAATA KK

(22)Date of filing : 09.11.1994

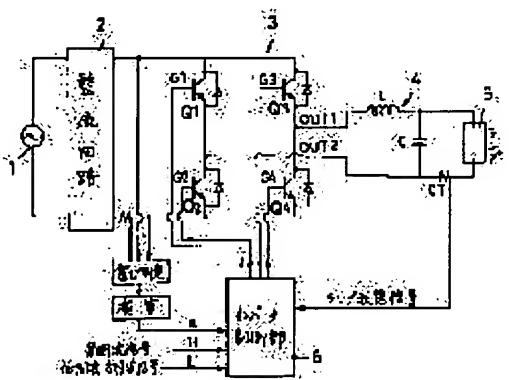
(72)Inventor : YOKOI YASUO

## (54) LIGHTING INVERTER APPARATUS OF HIGH PRESSURE DISCHARGE LAMP

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a lighting inverter apparatus for a high pressure discharge lamp, a metal halide lamp, etc., in which fluctuation of light emission, that is so called an acoustic resonance phenomenon and caused in the case the high pressure discharge lamp is driven by high frequency output of the inverter.

**CONSTITUTION:** The output of an inverter 3 is applied to a lamp 5 through a LC resonance circuit 4. The output of a sensor 8 to detect the discharge current of the lamp, a lower frequency square wave signal L to control the switching of polarity after discharge, and a control signal (a) to provide the necessary quantity of electric power to be supplied to the lamp are sent to an inverter control part 6. Before discharge of the lamp, the LC resonance circuit 4 is resonated to start discharging, and after discharge the LC resonance circuit 4 is made to function as a ripple filter, so that pulse string to apply square waves whose polarities change reciprocally to lamp electrodes is sent out.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

[rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the lighting device which constitutes an inverter by the bridge circuit of a transistor and impresses the ac output of the inverter to high-pressure discharge lamps, such as a metal halide lamp, through LC resonance circuit The positive/negative alternation pulse which makes the above-mentioned inverter energize the above-mentioned LC resonance circuit is made to output before a lamp condition detection means to detect the discharge existence of a lamp, and discharge starting of a lamp. It is the inverter lighting device of the high-pressure electric-discharge lamp characterized by having the inverter control section which makes a forward pulse train and a negative pulse train output to the above-mentioned inverter by turns when a lamp is in a discharge condition.

[Claim 2] The inverter lighting device of the high-pressure electric-discharge lamp according to claim 1 whose fundamental frequency of the above-mentioned forward pulse train or a negative pulse train is twice the fundamental frequency of the above-mentioned positive/negative alternation pulse.

[Claim 3] The inverter lighting device of the high-pressure electric-discharge lamp given in the 1st term which has the comparator with which the above-mentioned inverter control section compares the size relation of the triangular wave of the high frequency which makes a fundamental wave resonance frequency of the above-mentioned LC resonance circuit, the control-objectives signal which gives the electric energy which should measure the electric energy supplied to an inverter and should be supplied to a lamp from an inverter, and the above-mentioned triangular wave and the above-mentioned control-objectives signal, and was constituted so that the time-amount width of face of the output pulse of an inverter might be controlled.

[Claim 4] The inverter lighting device of the high-pressure electric-discharge lamp according to claim 1 with which the low frequency square wave for switching the polarity of the lamp electrode after discharge starting is inputted into the above-mentioned inverter control section, and the above-mentioned forward pulse train and the negative pulse train are switched by turns to it by this low frequency square wave.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Industrial Application] This invention relates to the inverter lighting device which carries out the lighting drive of the high-pressure electric-discharge lamps, such as a metal halide lamp, a mercury lamp, and a high-pressure sodium lamp, with an inverter.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] this invention person has proposed the lighting control unit which always supplies fixed power to a lamp by Japanese Patent Application No. No. (JP,4-87293,A) 202781 [ two to ], without preparing an expensive alternating-voltage stabilizer even if it changes supply voltage. A electric-discharge lamp has the property of changing that internal resistance sharply according to a discharge condition, as for this invention, in the case of a constant voltage power supply, a current decreases, lighting is not maintained, but since power goes up to infinity and a lamp breaks when it is a constant current power supply, constant power electric supply is requirements indispensable to maintenance of electric-discharge lamp lighting, and offers that requirement cheaply by the very easy configuration.

[0003] Moreover, this invention person has proposed the metal halide lamp lighting device which made unnecessary the exclusive high-voltage generator made conventionally indispensable by establishing a series resonant circuit in the high frequency output terminal of an inverter, and generating the high voltage required for discharge starting using a series resonance phenomenon by Japanese Patent Application No. No. (JP,4-129196,A) 251611 [ two to ], while driving a metal halide lamp with a high frequency inverter.

**[0004]**

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When carrying out the inverter drive of the high-pressure electric-discharge lamps, such as a metal halide lamp, there is a phenomenon called the acoustic resonance phenomenon in which a gas vibrates within a lamp and luminescence flickers. In order to prevent this, the frequency of an inverter had to be set to 100kHz or more, and there was a problem that it could not respond in spherical form luminescence distributed over the frequency band where especially a resonance frequency is large.

[0005] On the other hand, a resonance phenomenon did not occur regardless of the output frequency of an inverter, but this invention person discovered that consumption of an electrode moreover carried out reinforcement compared with a direct-current drive, when lamp drive power was a square wave.

**[0006]**

[Means for Solving the Problem] The inverter lighting device of the high-pressure electric-discharge lamp of this invention In the lighting device which constitutes an inverter by the bridge circuit of a transistor and impresses the ac output of the inverter to high-pressure discharge lamps, such as a metal halide lamp, through LC resonance circuit The positive/negative alternation pulse which makes the above-mentioned inverter energize the above-mentioned LC resonance circuit is made to output before a lamp condition detection means to detect the discharge existence of a lamp, and discharge starting of a

lamp. When a lamp is in a discharge condition, it is characterized by having the inverter control section which makes a forward pulse train and a negative pulse train output to the above-mentioned inverter by turns.

[0007] As for the frequency of the pulse transmitted to LC resonance circuit from an inverter, in this invention, it is desirable that the fundamental frequency of the above-mentioned forward pulse train or a negative pulse train is twice the fundamental frequency of the above-mentioned positive/negative alternation pulse.

[0008] As for the inverter control section of this invention, it is desirable to be constituted so that the triangular wave of the high frequency which makes a fundamental wave resonance frequency of the above-mentioned LC resonance circuit, and the electric energy supplied to an inverter may be measured, it may have the comparator which compares the size relation of the control-objectives signal which gives the electric energy which should be supplied to a lamp from an inverter, and the above-mentioned triangular wave and the above-mentioned control-objectives signal and the time amount width of face of the output pulse of an inverter may be controlled.

[0009] Moreover, it is desirable that the low frequency square wave for switching the polarity of the lamp electrode after discharge starting is inputted into the inverter control section of this invention, and the above-mentioned forward pulse train and the negative pulse train are switched by turns to it by this low frequency square wave.

[0010]

[Function] The positive/negative alternation pulse which an inverter outputs before discharge starting of a lamp resonates LC resonance circuit, increases the amplitude, soon, carries out dielectric breakdown of the gas in a lamp, and results in discharge. A lamp condition detection means detects discharge starting, an operation of an inverter control section is made to be switched, and an inverter outputs a forward pulse train and a negative pulse train by turns according to the square wave of low frequency inputted into an inverter.

[0011] At this time, LC resonance circuit functions as a ripple filter which graduates the pulsating flow (ripple) produced from a forward or negative pulse train, and according to the trial calculation, it graduates to 1/36, operates orthopedically to an almost ideal square wave, and it impresses the rate of a ripple to a lamp electrode. The lamp electrode drive by this square wave does not have a possibility of producing the acoustic resonance phenomenon resulting from a RF drive, and moreover, the polar switch by the square wave prevents consumption of a lamp electrode, and carries out reinforcement of the lamp.

[0012] From the size comparison of a control-objectives signal which gives the triangular wave which integrates with the square wave of a RF and is obtained, and the electric energy which should supply a lamp, without causing putting out lights by current gradual decrease, and the lamp destruction by power gradual increase, it is stabilized and the method which controls the time amount width of face of the pulse of an inverter output, and the so-called PWM maintain a discharge condition.

[0013]

[Example] The circuitry Fig. of this invention example is shown in drawing 1, and the circuitry Fig. of the inverter control section of drawing 1 is shown in drawing 2.

[0014] After being rectified by direct current by the rectifier circuit 2, the commercial alternating current power source 1 is supplied to an inverter 3, is changed into an alternating current, and it carries out the lighting drive of the high-pressure discharge lamp 5 through a series resonant circuit 4. An inverter 3 is four transistors Q1, Q2, Q3, and Q4. It consists of a bridge circuit and turning on and off of each transistor is controlled by the inverter control section 6. A series resonant circuit 4 consists of the capacitor C by which parallel connection was carried out to the inductor L by which series connection was carried out to the lamp 5, and the lamp 5.

[0015] Next, control of an inverter 3 is explained. In order to control the supply voltage after discharge starting, from the electrical potential difference and current of a dc input of an inverter 3, power is measured, and a control signal calculates from this measured value, and it is inputted into the inverter control section 6. Moreover, the triangular wave H of the RF for resonating a series resonant circuit 4 is

inputted, and the square wave L of the low frequency for switching the polarity of a lamp after lighting is inputted. Moreover, in order to know that the lamp 5 carried out discharge starting, a sensor 8 is formed in a lamp circuit, and the detecting signal K by this sensor 8 is inputted.

[0016] The 1st electrical-potential-difference comparator 9 compares the size relation between a control signal a and a triangular wave H, outputs "1" at the time of  $a < H$ , and outputs "0" at the time of  $a > H$ . The 2nd electrical-potential-difference comparator 10 compares the size relation between control signal  $b = -a$  and a triangular wave H, outputs "1" at the time of  $b < H$ , and outputs "0" at the time of  $b > H$ .

[0017] The logical circuit group 11 consists of three Ex-OR circuits (Exclusive OR, exclusive "or" circuit) and two NOT circuits. The logic of Ex-OR circuit is [0018] to two inputs A and B.

[Equation 1]

$$F = A \bar{B} + \bar{A} B$$

[0019] It outputs. It will be [0020] if table of truth value shows this.

[Table 1]

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

[0021] The output 1 of a logical circuit is an output of Ex-OR circuit 14. An output 2 reverses an output 1 by NOT circuit 15. An output 3 is an output of Ex-OR circuit 12. An output 4 reverses an output 3 by NOT circuit 16.

[0022] 1st Ex-OR circuit 12 is considering the discharge detecting signal K and the above-mentioned size distinction signal d as the input, and the logic of outputs 3 and 4 is as in Table 2.

[0023]

[Table 2]

K	d	3	4
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

放電前                    放電後

[0024] 2nd Ex-OR circuit 13 considers the discharge detecting signal K and the rectangular signal L of low frequency as an input, and the logic of an output e is as in Table 3.

[0025]

[Table 3]

K	L	e
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

[0026] 3rd Ex-OR circuit 14 is considering the above mentioned signal e and the above-mentioned size distinction signal C as the input, and the logic of outputs 1 and 2 is as in Table 4.

[0027]

[Table 4]

e	c	1	2
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

[0028] If the output e of Table 3 is substituted for the input e of Table 4, an output 1 and two truth tables will become as in Table 5.

[0029]

[Table 5]

K	L	C	1	2
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

[0030] It lets outputs 1, 2, 3, and 4, \*\*\*\*\*, and the transistor drive circuits 17, 18, 19, and 20 pass, and is four transistors Q1 of an inverter, Q2, Q3, and Q4. It becomes a switching control signal.

[0031] The fundamental frequency of the RF triangular wave H has the desirable 10kHz or more range of 150kHz or less. When lower than 10kHz, it is not desirable at the point that the circuit element which constitutes a resonance circuit and an inverter control section is enlarged, and the weight of the whole equipment increases. When higher than 150kHz, it is not desirable at the point which it is hard to obtain what has the power capacity of a switching transistor big now, and becomes expensive. However, current is not the limitation when a large power transistor with the quick degree of switching ream spreads the case of small power, or in the future.

[0032] The fundamental frequency of the low frequency square wave L has the desirable range of 40Hz thru/or hundreds of Hz. This square wave signal L can carry out dividing of the RF signal, and can acquire it. It may replace with a square wave L and the pulse signal of a predetermined period which directs a switch of a lamp polarity may be used.

[0033] To drawing 3, the wave form chart of each part of the inverter control section 6 is illustrated. Comparators 9 and 10 compare the size relation between RF H of a triangular waveform, and the object signals a and b, and output the square wave pulse trains c and d. As a result of introducing and carrying out logical operation to the logical circuit group 11 by making these outputs c and d, the discharge existence detection signal K of a lamp, and the square wave signal L into an input signal, outputs 1, 2, 3, and 4 are obtained.

[0034] Four transistors Q1 which constitute a bridge circuit for the square wave pulse trains c and d and the reversal signal of those using Bar c and Bar d, Q2, Q3, and Q4 On-off control is considered.

Transistor Q1 It is Signal c Q2 It is the signal bar c Q3 About Signal d, if the signal bar d is added to Q4, the output (OUT1-OUT2) of a bridge circuit will become as it is shown in f Fig.

[0035] Four transistors Q1, Q2, Q3, and Q4 If the control input signal c, Bars c and d, and Bar d are replaced, the output of a bridge circuit will become as it is shown in g Fig. Moreover, Q1 Q2 A control input signal is left as it is, and it is Q3. Q4 If it changes, the output of a bridge circuit will become as it is shown in e Fig. An output e has the RF triangular wave H and equal fundamental frequency, and the fundamental frequency of an output f or an output g is twice the RF triangular wave H. The example constituted so that such outputs e, f, and g might be obtained is the logical circuit group 11.

[0036] The potential seen OUT1 to drawing 4 from the output signals OUT1, OUT2, and OUT2 of the middle point of the bridge circuit of an inverter 3, i.e., the input voltage of a series resonant circuit 4, and the electrical-potential-difference wave form chart impressed to a lamp 5 are shown typically.

Stages I are Stages II and III at the time of the discharge existence detection signal K=0 of a lamp. It is after [ K=1 ] discharge starting, and the low frequency square wave L is changed corresponding to 0 or 1.

[0037] The fundamental frequency of the inverter output after lighting has doubled to 2f exactly to the fundamental frequency f of the high frequency signal H and the fundamental frequency f of the inverter

output before discharge starting (OUT1-OUT2) being the same, and being in agreement with the resonance frequency  $f$  of LC resonance circuit so that clearly also from drawing 3 and drawing 4. Therefore, after lighting, LC resonance circuit functions as a ripple filter, and, as a result, the very small square wave of a ripple is impressed to a lamp.

[0038] This is explained still more theoretically and the trial calculation of the rate of a ripple is made. The transfer function of the circuit which consists of L, C, and R which are shown in drawing 5 if lamp resistance is placed with R is  $1/[S^2 CL + (L/R) + 1]$ . ... (1)

It comes out. Before lighting, since it is infinity, R is  $1/[S^2 CL + 1]$ .

When it sets with a next door and  $S=j\omega$ , it is  $1/[1-\omega^2 CL]$ .

It becomes and is [0039].

[Equation 2]

$$\omega = 1 / \sqrt{LC}$$

[0040] At the time of \*\*, a transfer function serves as infinity and means series resonance. Lighting of a lamp increases the resistance R of a lamp with the rise of an illuminance from an early low value. At this time, the inverter is controlling output voltage automatically so that the power consumed by Resistance R may become fixed.

[0041] It is resistance when the illuminance of a lamp is stabilized R1 A ripple is calculated by carrying out. When  $S=j\omega$  is substituted for a formula (1), a transfer function is  $1/[1-CL\omega^2+j(L/R)\omega]$ .

It becomes. Therefore, amplitude factor  $\omega$  of a ripple  $\epsilon = 1/[(1-CL\omega^2)^2 + (L\omega/R)^2]^{0.5}$  ... (2)

It becomes. Resonance frequency is [0042].

[Equation 3]

$$\omega_0 = 1 / \sqrt{LC}$$

[0043] Since come out and it is, it is  $LC=1/\omega_0^2$ . ... (3)

Moreover, since it is twice the resonance frequency, ripple frequency is  $0\omega = 2\omega_0$ ... (4)

If (3) and (4) are substituted for a formula (2) and they are arranged, the amplitude factor  $\epsilon$  of a lip will be  $\epsilon = 1/0.5$ ... (5)

It becomes. It is  $LC=1/\omega_0^2$  from this. A ripple becomes [ the direction made into  $L>>C$  under conditions ] small.

[0044] For example, the frequencies of a triangular wave are 60kHz, 70 ohm [ of lamp resistance ], and reactor 500microhenry, then  $C=1/(2\pi f)^2$   $L=0.014\text{ micro F}$ , the amplitude factor  $\epsilon$  of a ripple substitutes a numeric value for a formula (5), and it is [0045].

[Equation 4]

$$\epsilon = 1 / \sqrt{3/8} = 1 / \sqrt{6/17}$$

[0046] It becomes. Thus, when a ripple voltage amplitude factor is compressed into one sixth, the power change in a half cycle is  $1/62$ . It becomes.

[0047] The inverter control section of this invention and desired value operation part of lamp power can be carried out with various means. For example, it can carry out by other digital logic circuits including the AND gate which can carry out by microcomputer software and considers for example, the lamp lighting detection notation K as an input.

[0048]

[Effect of the Invention] While driving high-pressure electric-discharge lamps, such as a metal HARANDO lamp, through LC resonance circuit to an inverter and a RF output according to this invention Since an inverter control section which the positive/negative alternation pulse which resonates LC resonance circuit is outputted before discharge starting, is switched to a forward pulse train and a negative pulse train by turns at the time of lighting after discharge starting, and the inverter outputs was prepared an acoustic resonance phenomenon -- completely -- not generating -- moreover -- a

configuration -- the inverter lighting device of an easy and cheap high-pressure electric-discharge lamp was obtained.

[0049] Moreover, if fundamental frequency of the above-mentioned forward pulse train and a negative pulse train is made into twice the high frequency output before discharge starting, before discharge starting, it functions as a resonance circuit, and during lighting, LC resonance circuit can function as a ripple filter, and the logic operation circuit of an inverter control section is not only simplified, but it can obtain an ideal square wave with the very small rate of a ripple.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-138877

(43)公開日 平成8年(1996)5月31日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 05 B 41/24

K

H 02 M 7/48

A 9181-5H

H 05 B 41/392

G 6908-3K

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願平6-275356

(22)出願日

平成6年(1994)11月9日

(71)出願人 591072868

日本インバータ株式会社

大阪府枚方市中宮大池3丁目25番7号

(72)発明者 横井 弥寿雄

京都府八幡市男山吉井13-32

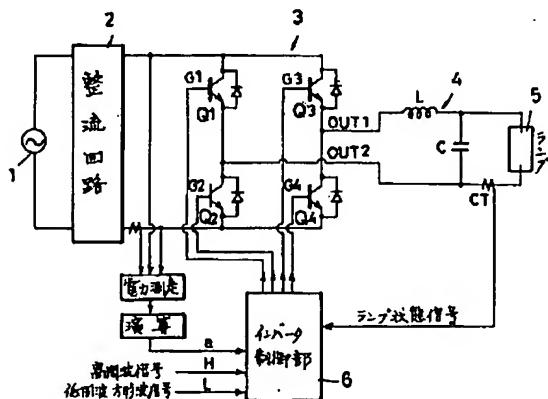
(74)代理人 弁理士 西田 新

(54)【発明の名称】 高圧放電灯のインバータ点灯装置

(57)【要約】

【目的】 メタルハライドランプ等の高圧放電灯をインバータの高周波出力により駆動する場合に生ずる発光のゆらぎ、いわゆる音響共鳴現象が起こらない高圧放電灯のインバータ点灯装置を提供する。

【構成】 インバータ3の出力はLC共振回路4を経てランプ5に印加される。インバータ制御部6には、ランプの放電電流を検知するセンサ8の出力、高周波信号H、放電後の極性切換を制御するための低周波方形波信号L、ランプに供給すべき電力量を与える制御信号aが入力され、ランプの放電開始前はLC共振回路4を共振させて放電に導き、放電後はLC共振回路4をリップルフィルタとして機能させてランプ電極に極性が交互に切換わる方形波を印加するようなパルス列を出力する。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 トランジスタのブリッジ回路によりインバータを構成し、そのインバータの交流出力をLC共振回路を経てメタルハライドランプ等の高圧放電ランプに印加する点灯装置において、  
ランプの放電有無を検知するランプ状態検知手段と、  
ランプの放電開始前は上記インバータに上記LC共振回路を付勢させる正負交番パルスを出力させ、ランプが放電状態のときは上記インバータに正パルス列と負パルス列を交互に出力させるインバータ制御部を有することを特徴とする高圧放電灯のインバータ点灯装置。

【請求項2】 上記正パルス列または負パルス列の基本周波数が、上記正負交番パルスの基本周波数の2倍である、請求項1に記載の高圧放電灯のインバータ点灯装置。

【請求項3】 上記インバータ制御部が、上記LC共振回路の共振周波数を基本波とする高周波の三角波と、インバータへ供給される電力量を測定しインバータからランプへ供給すべき電力量を与える制御目標信号と、上記三角波と上記制御目標信号の大小関係を比較する比較器を有し、インバータの出力パルスの時間幅を制御するよう構成された、第1項記載の高圧放電灯のインバータ点灯装置。

【請求項4】 上記インバータ制御部に、放電開始後のランプ電極の極性を切り換えるための低周波方形波が入力され、この低周波方形波により上記正パルス列と負パルス列が交互に切り換えられている、請求項1に記載の高圧放電灯のインバータ点灯装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はメタルハライドランプ、水銀ランプ、高圧ナトリウムランプ等の高圧放電灯をインバータにより点灯駆動するインバータ点灯装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 本発明者は、特願平2-202781号(特開平4-87293号公報)により、高価な交流電圧安定器を設けることなく、電源電圧が変動してもランプに対し常に一定電力を供給する点灯制御装置を提案している。この発明は、放電灯が放電状態によりその内部抵抗が大幅に変動するという特性を有し、定電圧電源の場合は電流が減少して点灯が維持されず、定電流電源の場合は電力が無限に上昇してランプが破壊することから、定電力給電は放電灯点灯の維持に不可欠な要件であり、その要件を非常に簡単な構成により安価に提供するものである。

【0003】 また本発明者は、特願平2-251611号(特開平4-129196号公報)により、メタルハライドランプを高周波インバータにより駆動するとともに、インバータの高周波出力端子に直列共振回路を設

け、放電開始に必要な高電圧を直列共振現象を利用して発生させることにより、従来不可欠とされていた専用高電圧発生器を不要にしたメタルハライドランプ点灯装置を提案している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 メタルハライドランプ等の高圧放電灯をインバータ駆動する場合、ランプ内で気体が振動して発光がちらつく音響共鳴現象と呼ばれる現象がある。これを防止するためにはインバータの周波数を100KHz以上にしなければならず、特に共鳴周波数が広い周波数帯域に分布する球状形発光には対応できないという問題があった。

【0005】 これに対し本発明者は、ランプ駆動電力が方形波であれば、インバータの出力周波数と関係なく共鳴現象が発生せず、しかも電極の消耗が直流駆動に比べて長寿命化することを発見した。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の高圧放電灯のインバータ点灯装置は、トランジスタのブリッジ回路によりインバータを構成し、そのインバータの交流出力をLC共振回路を経てメタルハライドランプ等の高圧放電ランプに印加する点灯装置において、ランプの放電有無を検知するランプ状態検知手段と、ランプの放電開始前は上記インバータに上記LC共振回路を付勢させる正負交番パルスを出力させ、ランプが放電状態のときは上記インバータに正パルス列と負パルス列を交互に出力させるインバータ制御部を有することを特徴とする。

【0007】 本発明において、インバータからLC共振回路へ伝達するパルスの周波数は、上記正パルス列または負パルス列の基本周波数が、上記正負交番パルスの基本周波数の2倍であることが好ましい。

【0008】 本発明のインバータ制御部は、上記LC共振回路の共振周波数を基本波とする高周波の三角波と、インバータへ供給される電力量を測定し、インバータからランプへ供給すべき電力量を与える制御目標信号と、上記三角波と上記制御目標信号の大小関係を比較する比較器を有し、インバータの出力パルスの時間幅を制御するよう構成されていることが好ましい。

【0009】 また本発明のインバータ制御部に、放電開始後のランプ電極の極性を切り換えるための低周波方形波が入力され、この低周波方形波により上記正パルス列と負パルス列が交互に切り換えられていることが好ましい。

## 【0010】

【作用】 ランプの放電開始前にインバータが出力する正負交番パルスは、LC共振回路を共振させてその振幅を増大させ、やがて、ランプ内の気体を絶縁破壊して放電に至る。ランプ状態検知手段は、放電開始を検知してインバータ制御部の作用を切り換えさせ、インバータに入力される低周波の方形波に従い、インバータは正パルス

3

列と負パルス列を交互に出力する。

【0011】このとき、LC共振回路は、正または負のパルス列から生ずる脈流(リップル)を平滑化するリップルフィルタとして機能し、試算によればリップル率を1/36まで平滑化してほとんど理想的な方形波に整形してランプ電極に印加する。この方形波によるランプ電極駆動は、高周波駆動に起因する音響共鳴現象を生ずるおそれがなくしかも方形波による極性切り換えはランプ電極の消耗を防ぎ、ランプを長寿命化する。

【0012】高周波の方形波を積分して得られる三角波と、ランプへ供給すべき電力量を与える制御目標信号の大小比較から、インバータ出力のパルスの時間幅を制御する方式、いわゆるPWM方式は、電流漸減による消灯や、電力漸増によるランプ破壊を招くことなく、放電状態を安定して維持する。

【0013】

【実施例】図1に本発明実施例の回路構成図を示し、図2に、図1のインバータ制御部の回路構成図を示す。

【0014】商用交流電源1は整流回路2により直流に整流されたのちインバータ3に供給されて交流に変換され、直列共振回路4を通って高圧放電ランプ5を点灯駆動する。インバータ3は4個のトランジスタQ<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>のブリッジ回路より成り、各トランジスタのオンオフはインバータ制御部6により制御されている。直列共振回路4はランプ5に直列接続されたインダクタ7とランプ5に並列接続されたキャパシタCより成る。

【0015】次に、インバータ3の制御について説明する。放電開始後の供給電力を制御するため、インバータ3の直流入力の電圧と電流より電力が測定され、この測定値より制御信号aが演算されてインバータ制御部6に入力される。また、直列共振回路4を共振させるための高周波の三角波Hが入力され、点灯後にランプの極性を切り換えるための低周波の方形波Lが入力される。また、ランプ5が放電開始したことを知るためセンサ8がランプ回路に設けられ、このセンサ8による検出信号Kが入力される。

【0016】第1の電圧比較器9は制御信号aと三角波Hとの大小関係を比較し、a < Hのとき「1」を出力し、a > Hのとき「0」を出力する。第2の電圧比較器10は、制御信号b = -aと三角波Hとの大小関係を比較し、b < Hのとき「1」を出力し、b > Hのとき「0」を出力する。

【0017】論理回路群11は3個のExcluive OR回路(排他的論理和回路)および2個のNOT回路より構成されている。Ex-OR回路の論理は、2入力A, Bに対し

【0018】

【数1】

$$F = A\bar{B} + \bar{A}B$$

50 【0029】

4

【0019】を出力する。これを真理値表で示せば、

【0020】

【表1】

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

10 【0021】論理回路の出力1はEx-OR回路14の出力である。出力2はNOT回路15により出力1を反転したものである。出力3はEx-OR回路12の出力である。出力4はNOT回路16により出力3を反転したものである。

【0022】第1のEx-OR回路12は、放電検出信号Kと上記した大小判別信号dを入力としており、出力3, 4の論理は表2の通りである。

【0023】

【表2】

K	d	3	4
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

放電前

放電後

【0024】第2のEx-OR回路13は、放電検出信号Kと低周波の方形信号Lを入力とし、出力eの論理は表3の通りである。

【0025】

【表3】

K	L	e
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

【0026】第3のEx-OR回路14は、前記した信号eと上記した大小判別信号cを入力としており、出力1, 2の論理は表4の通りである。

【0027】

【表4】

e	c	1	2
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

【0028】表4の入力eに表3の出力eを代入すると、出力1, 2真理表は表5の通りとなる。

—553—

【表5】

K	L	C	1	2
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

【0030】出力1, 2, 3, 4, はそれぞれ、トランジスタ駆動回路17, 18, 19, 20を通してインバータの4個のトランジスタQ<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>のスイッチング制御信号となる。

【0031】高周波三角波Hの基本周波数は、10KHz以上150KHz以下の範囲が好ましい。10KHzより低いときは、共振回路、インバータ制御部を構成する回路素子が大型化し、装置全体の重量が増大する点で好ましくない。150KHzより高い場合は、現在のところスイッチングトランジスタの電力容量の大きなものが得がたく、高価になる点で好ましくない。しかし、現在でも小電力の場合、或いは将来、スイッチング速度の速い大電力トランジスタが普及したときはその限りでない。

【0032】低周波方形波Lの基本周波数は40Hzないし数百Hzの範囲が好ましい。この方形波信号Lは、高周波信号を分周して得ることができる。方形波Lに代えて、ランプ極性の切り換えを指示する所定周期のパルス信号を用いてもよい。

【0033】図3に、インバータ制御部6の各部の波形図を例示する。比較器9, 10は三角波形の高周波Hと対象信号a, bの大小関係を比較して方形波パルス列c, dを出力する。この出力c, dと、ランプの放電有無検知信号K、方形波信号Lを入力信号として論理回路群11に導入し、論理演算した結果、出力1, 2, 3, 4が得られる。

【0034】方形波パルス列c, dとその反転信号をバーc、バーdを用いて、ブリッジ回路を構成する4個のトランジスタQ<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>のオンオフ制御を考える。トランジスタQ<sub>1</sub>に信号cを、Q<sub>2</sub>に信号バーcを、Q<sub>3</sub>に信号dを、Q<sub>4</sub>に信号バーdを加えると、ブリッジ回路の出力(OUT1-OUT2)はf図のようになる。

【0035】4個のトランジスタQ<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>の制御入力信号cとバーc, dとバーdを入れ換えるとブリッジ回路の出力はg図のようになる。また、Q<sub>1</sub>\*

$$\varepsilon = 1 / [(1 - CL\omega^2)^2 + (L\omega/R)^2]^{0.5} \quad \dots \quad (2)$$

となる。共振周波数は

【0042】

【数3】

$$\omega_0 = 1 / \sqrt{LC}$$

【0043】であるから

\*とQ<sub>2</sub>の制御入力信号をそのままにしてQ<sub>3</sub>とQ<sub>4</sub>だけを入れ換えるとブリッジ回路の出力はe図のようになる。出力eは高周波三角波Hと基本周波数が等しく、出力fまたは出力gの基本周波数は高周波三角波Hの2倍になっている。このような出力e, f, gが得られるよう構成された実施例が論理回路群11である。

【0036】図4に、インバータ3のブリッジ回路の中点の出力信号OUT1, OUT2, OUT2からOUT1見た電位、すなわち直列共振回路4の入力電圧、および、ランプ5に印加される電圧波形図を模式的に示す。ステージIはランプの放電有無検知信号K=0のとき、ステージIIおよびIIIは、放電開始後K=1であり、低周波方形波Lが0または1に対応して切り替える。

【0037】図3、図4からも明らかのように、高周波信号Hの基本周波数fと放電開始前のインバータ出力(OUT1-OUT2)の基本周波数fは同一であって、LC共振回路の共振周波数fにも一致しているのに對し、点灯後のインバータ出力の基本周波数は2fと丁度2倍になっている。従って、点灯後においてLC共振回路はリップルフィルタとして機能し、その結果リップルの非常に小さな方形波がランプに印加される。

【0038】このことを更に理論的に説明し、リップル率を試算する。ランプ抵抗をRと置けば、図5に示すL, C, Rより成る回路の伝達関数は

$$1 / [S^2 CL + (L/R) + 1] \quad \dots \quad (1)$$

である。点灯前はRは∞であるから、

$$1 / [S^2 CL + 1]$$

となり、S=jωとおくと、

$$1 / [1 - \omega^2 CL]$$

となって、

【0039】

【数2】

$$\omega = 1 / \sqrt{LC}$$

【0040】のとき、伝達関数は無限大となって直列共振を意味する。ランプが点灯すると、ランプの抵抗値Rは、初期の低い値から照度の上昇とともに増大していく。このときインバータは抵抗Rに消費される電力が一定となるように出力電圧を自動制御している。

【0041】ランプの照度が安定したときの抵抗値をR<sub>1</sub>としてリップルを計算する。式(1)にS=jωを代入すると伝達関数は

$$1 / [1 - CL\omega^2 + j(L/R)\omega]$$

となる。従ってリップルの振幅率εは

$$\varepsilon = 1 / [(1 - CL\omega^2)^2 + (L\omega/R)^2]^{0.5} \quad \dots \quad (2)$$

$$LC = 1 / \omega_0^2 \quad \dots \quad (3)$$

また、リップル周波数は共振周波数の2倍であるから $\omega = 2\omega_0$   $\dots \quad (4)$

(3) (4)を式(2)に代入して整理すれば、リップルの振幅率εは、

$\varepsilon = 1 / [9 + 4L/R^2 C]^{0.5} \dots \dots (5)$

となる。このことより  $LC = 1/\omega_0^2$  の条件のもとで  $L \gg C$  にする方がリップルが小さくなる。

【0044】例えば、三角波の周波数が 60 KHz、ランプ抵抗 70 Ω、リアクトル 500 μH とすれば  $C = 1 / (2\pi f)^2 L = 0.014 \mu F$  であり、リップルの振幅率  $\varepsilon$  は式 (5) に数値を代入して

【0045】

【数4】

$$\varepsilon = 1 / \sqrt{3.8} = 1 / 6.17$$

【0046】となる。このように、リップル電圧振幅率が  $1/6$  に圧縮されると半サイクル内の電力変化は  $1/6^2$  となる。

【0047】本発明のインバータ制御部およびランプ電力の目標値演算部は、様々な手段により実施することができる。例えば、マイクロコンピュータのソフトウェアにより実施することができ、また例えば、ランプ点灯検知記号 K を入力とする AND ゲートを含む他のデジタル論理回路により実施することができる。

【0048】

【発明の効果】本発明によれば、メタルハランドランプ等の高圧放電灯をインバータと高周波出力に LC 共振回路を通して駆動するとともに、そのインバータが、放電開始前は LC 共振回路を共振させる正負交番パルスを出力し、放電開始後の点灯時は正パルス列と負パルス列に交互に切り換えて出力するようなインバータ制御部を設けたので、音響共鳴現象が全く発生せず、しかも構成簡単で安価な高圧放電灯のインバータ点灯装置が得られた。

【0049】また、上記した正パルス列と負パルス列の基本周波数を、放電開始前の高周波出力の 2 倍にすれば、インバータ制御部の論理演算回路が簡単化されるばかりでなく、LC 共振回路が放電開始前は共振回路として機能し、点灯中はリップルフィルタとして機能して、リップル率が非常に小さい理想的方形波を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】は、本発明の実施例を示す回路構成図である。

【図2】は、図1のインバータ制御部 6 の実施例を示す回路構成図である。

【図3】は、上記実施例のインバータ制御部 6 の各部の波形を模式的に示す作用説明図である。

【図4】は、上記実施例のインバータ 3 および直列共振回路 4 の波形を模式的に示す作用説明図である。

【図5】は、本発明の LC 共振回路の作用説明図である。

#### 【符号の説明】

1 ……商用交流電源

2 ……整流回路

3 ……インバータのブリッジ回路

4 ……直列共振回路

5 ……ランプ

6 ……インバータ制御部

7 ……電力測定、演算回路

8 ……放電電流検知センサ

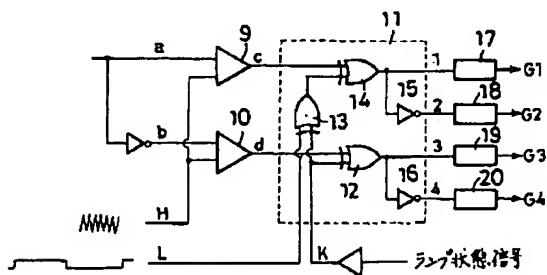
9、10 ……比較器

11 ……論理回路群

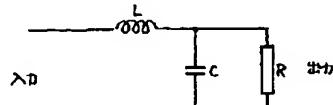
H ……高周波の三角波

L ……低周波の方形波

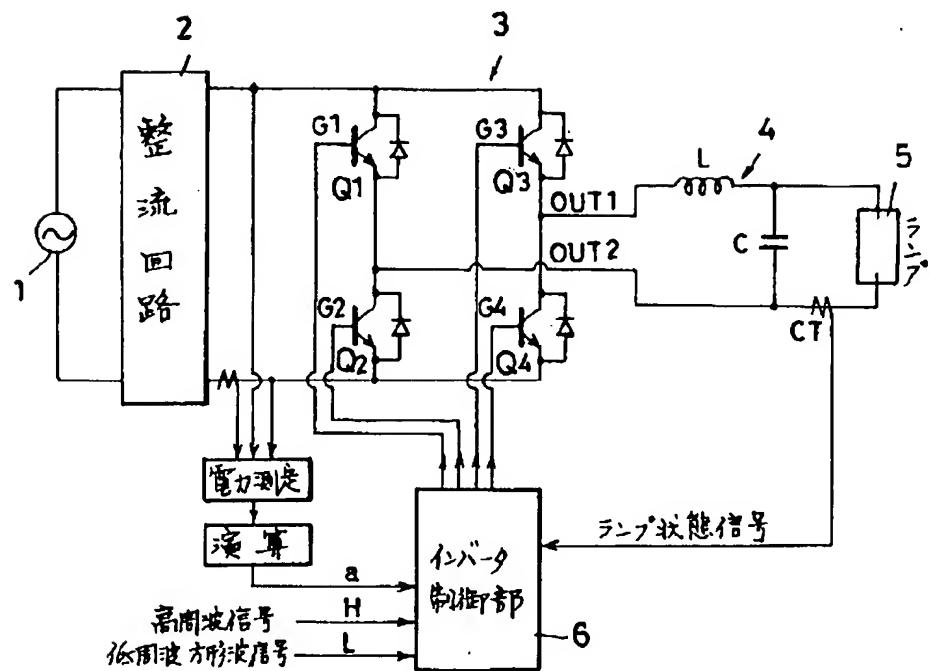
【図2】



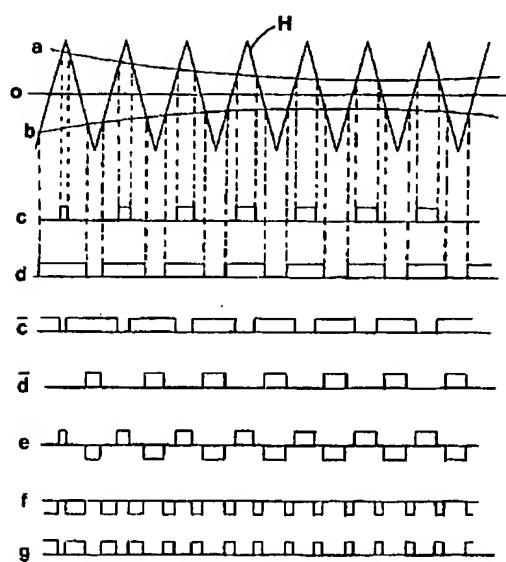
【図5】



【図1】



【図3】



【図4】

